JERZY GRZEGORZEWSKI

ŚMIGŁOWIEC Mi-4



WYDAWNICTWO MINISTERSTWA OBRONY NARODOWEJ

SPOSOBY MALOWANIA ŚMIGŁOWCÓW *Mi-4* POLSKIEGO LOTNICTWA WOJSKOWEGO LĄDOWEGO I MORSKIEGO ORAZ LOTNICTWA SANITARNEGO ZSRR



Opiniodawca: mgr inż. RYSZARD WITKOWSKI
Redaktor: JERZY DOMAŃSKI
Tablice kolorowe: JULIAN MALEJKO
Zdjęcie na okładce: JERZY AMERSKI
Opracowanie graficzno-techniczne: JADWIGA JEGOROW
Korektor: MIECZYSŁAW CHRZANOWSKI

Wyd. MON
Grzegorzewski Jerzy: Śmigłowiec Mi-4, W-wa 1982, Wydawn. Min. Obrony Nar., 8°, s. 16, il. tab.
Seria TBU (zeszyt nr 75)
UKD: 629.135.423
Zeszyt zawiera opis historycznego rozwoju radzieckiego śmigłowca *Mi-4* i jego poszczególnych wersji, konstrukcję, wyposażenie oraz dokładne dane techniczne.

Śmigłowiec Mi-4

Śmigłowiec *Mi-4* na jednym z polskich lotnisk wojskowych *(fot. J. Amerski)*



Konstruktor śmigłowca M. Mil

Konstruktor śmigłowca

Doktor nauk technicznych Michaił Leontjewicz Mil urodził się 22 listopada 1909 r. w Irkucku, zmarł 31 stycznia 1970 r. w Moskwie. Studia na wyższej uczelni rozpoczął w 1926 r. Jeszcze jako student interesował się wiropłatami i w 1930 r. brał udział w próbach pierwszego radzieckiego wiatrakowca *KASKR-1*. Po ukończeniu instytutu lotniczego w Nowoczerkasku rozpoczął w rok później pracę w CAGI*, w zakładzie wiropłatów.

Zajmował się zagadnieniami aerodynamiki, dynamiki i wytrzymałości wiropłatów, konstruował łopaty wirników. Był współkonstruktorem wiatrakowców *A-12* i *A-15*, największych spośród zbudowanych w okresie przedwojennym (1935—1936 rok). W tym czasie opublikował ponad 30 prac naukowych z dziedziny aerodynamiki i sterowności wiropłatów.

W pierwszym okresie wojny radziecko-niemieckiej Mil znajdował się na froncie, jako inżynier Pierwszej Lotniczej Eskadry Wiatrakowców, której zadaniem było korygowanie ognia ciężkiej artylerii oraz nocne loty poza linię frontu. W 1943 r. Mil powraca do CAGI, gdzie kontynuuje działalność naukową w dziedzinie sterowności i stateczności samolotów. Z grupą specjalistów wyjeżdża na front w celu zamontowania na samolotach kompensatorów stateczności, polepszających właściwości lotne samolotów. Za działalność naukową i zasługi na froncie był odznaczony wysokimi odznaczeniami państwowymi.

W 1943 roku Mil obronił pracę kandydacką (polski odpowiednik pracy doktorskiej) na temat sterowności samolotu, a w 1945 r. pracę doktorską (habilitacyjną). Jednocześnie w CAGI pełnił funkcję kierownika laboratorium śmigłowców.

W 1947 r. Mil został mianowany głównym konstruktorem powstającego biura konstrukcyjno-doświadczalnego śmigłowców. Pierwszą konstrukcją biura był śmigłowiec *Mi-1*. Prace nad nim rozpoczęto pod koniec 1947 r. Jesienią 1948 r. zakończono budowę prototypu, którego próby zakończono w sierpniu następnego roku. Do jego napędu użyto silnika *AI-26W* w układzie gwiazdowym o mocy 423 kW

* Centralny Instytut Aerohydrodynamiczny w Moskwie.



Prototypowy *Mi-4* w czasie prób na uwięzi

(575 KM). Pod koniec 1949 r. śmigłowiec przeszedł próby państwowe. W czasie prób fabrycznych ustalono następujące osiągi śmigłowca: prędkość maksymalna przy ziemi 170 km/h, pułap zawisu 3450 m i pułap praktyczny 6800 m. Do prób fabrycznych zbudowano 3 egzemplarze śmigłowca. *Mi-1* był pierwszym seryjnym śmigłowcem budowanym w Związku Radzieckim w dużych ilościach. W 1956 r. w ramach licencji rozpoczęto produkcję tego śmigłowca w Polsce. Nadano mu oznaczenie *SM-1*.

Drugą kolejną konstrukcją M. Mila był śmigłowiec *Mi-4*, który stał się masowym wielozadaniowym śmigłowcem, eksploatowanym już prawie 30 lat w ZSRR i kilkudziesięciu krajach Europy, Afryki i Azji.

Mi-4 był drugim i ostatnim śmigłowcem z napędem tłokowym skonstruowanym przez Mila. Następnie w biurze konstrukcyjnym powstały śmigłowce z napędem turbinowym *Mi-6*, *Mi-2*, *Mi-8*, *Mi-10* i *Mi-12*.

Przedwczesna śmierć przerwała twórczą działalność Michaiła Mila. Pozostawił on po sobie bogaty dorobek konstrukcyjny i naukowy w postaci m.in. ponad 100 prac naukowych. Był profesorem Moskiewskiego Instytutu Lotniczego. Z zespołem swoich współpracowników napisał dwutomową monografię pt. „Wiertoloty. Rasczot i projektirowanije", która przez lata będzie jeszcze służyć konstruktorom i obliczeniowcom śmigłowców jako pomoc naukowa na najwyższym poziomie. W celu upamiętnienia dorobku M. Mila biuro konstrukcyjne, którym kierował ponad 20 lat, otrzymało jego imię. Obecnie biurem konstrukcyjnym kieruje generalny konstruktor Marat N. Tiszczenko.

Prace nad śmigłowcem Mi-4

W październiku 1951 r. rząd radziecki doceniając rolę, jaką śmigłowce mogą odegrać w obronie kraju, polecił zespołowi Mila zbudować maszynę desantowo-transportową, której osiągi przewyższałyby najlepsze wzory zagraniczne. Śmigłowiec *Mi-4* powstawał w szczególnych warunkach. W Korei toczyła się wojna, w której armia amerykańska stosowała śmigłowce do desantów, ratowania otoczonych oddziałów, dostarczania broni, uzbrojenia i żywności itp. Związek Radziecki nie dysponował podobnymi maszynami i dlatego postanowiono opracować nowoczesny śmigłowiec transportowy. Praca w biurze konstrukcyjnym trwała po 14—16 godzin dziennie. Był to jeden z najbardziej intensywnych okresów pracy biura konstrukcyjnego. Nowa maszyna miała dysponować udźwigiem pięciokrotnie większym niż pierwszy śmigłowiec Mila *Mi-1*. Po pewnym czasie projekt dużego śmigłowca transportowego był gotowy. Trudności sprawiał tylko silnik tłokowy o dużych gabarytach i masie. Zastanawiano się, gdzie umieścić silnik. Rozważano dwa warianty: silnik w dziobie maszyny lub dwie mniejsze jednostki po bokach. Mil zdecydował się na jeden silnik. Kuszący był pomysł użycia silnika A. Iwczenki o mocy 735 kW (1000 KM). Ale już w okresie prac nad śmigłowcem *Mi-1* stosunki z biurem konstrukcyjnym Iwczenki nie układały się zbyt dobrze. Pracownicy tego biura nie bardzo wierzyli w śmigłowce i niechętnie zgadzali się na jakiekolwiek przeróbki.

Mil rozpoczął więc pertraktacje z A. Szwecowem, który już prawie zupełnie wyczerpał możliwości konstrukcyjne swoich silników tłokowych, ale nie miał jeszcze przygotowanego do produkcji silnika turbinowego i szukał nowych zastosowań dla swoich silników tłokowych. Szwecow zgodził się na propozycję Mila i przystąpił do budowy śmigłowcowej odmiany silnika *ASz-82* i przekładni do niego. Co prawda, moc silnika była zbyt duża — 1250 kW (1700 KM), a jego masa i wymiary odstraszające, jednak innych możliwości nie było. Obawy na szczęście okazały się płonne. Dzięki doświadczeniom zdobytym przy projektowaniu i eksploatacji śmigłowca *Mi-1*, wiele zespołów nowego śmigłowca zostało optymalnie zaprojektowanych. Większe zmiany wprowadzono do konstrukcji głowicy wirnika nośnego i tarczy sterującej. Zaproponowane przez A. Małachowskiego i M. Lejkanda nowe rozwiązanie konstrukcyjne głowicy wirnika zdało w pełni egzamin. Schematy i szkice przekładni głównej wykonali A. Kotikow i W. Korecki. Projekty robocze i prototypy przekładni wykonało biuro Szwecowa.

Przekładnia okazała się bardzo udana. Wystarczy powiedzieć, że w czasie wieloletniej eksploatacji tego śmigłowca nie wprowadzono do jej konstrukcji żadnych istotnych zmian. Nowy śmigłowiec po raz pierwszy w Związku Radzieckim wyposażono we wzmacniacze hydrauliczne wspomagające układ sterowania, dzięki czemu zmniejszyły się siły działające

na drążek sterowy, a to ułatwiło pilotowanie śmigłowca. Układ wspomagania zaprojektował I. Dmitrijew.

Śmigłowiec transportowo-desantowy *Mi-4* był przeznaczony do przewożenia różnych ładunków o masie 1100 kg w wersji normalnej i 1500 kg w wersji przeciążonej. Wyposażono go w specjalną klapę i pomost, dzięki czemu na śmigłowiec można było załadować samochód *GAZ-69* lub *Pobieda*, działo kalibru 76 mm względnie moździerze. Wojskowa wersja śmigłowca została wyposażona w gondolę z wielkokalibrowym karabinem maszynowym dla strzelca, zamontowaną pod kadłubem śmigłowca.

W kwietniu 1952 r., po upływie 8 miesięcy od otrzymania zadania skonstruowania ciężkiego, jak na owe czasy śmigłowca, *Mi-4* stał przygotowany do prób na ziemi. Po uruchomieniu silnika powoli zaczęły obracać się łopaty i po osiągnięciu obrotów roboczych zebrani ujrzeli nie znane dotychczas zjawisko: łopaty zaczęły drgać i przybierać jakieś dziwne kształty. Wszyscy obserwujący próby rozbiegli się w różnych kierunkach. Wystąpił flatter łopat, zjawisko, którego nie było na śmigłowcu *Mi-1*. Zdarzyło się również wiele innych niespodzianek, głównie niemiłych, które trzeba było usuwać. Oblotu pierwszego prototypu po usunięciu przyczyn drgań dokonał pilot Wsiewołod Winicki.

W czasie fabrycznych prób *Mi-4* w locie uzyskano następujące osiągi: prędkość maksymalna 207 km/h, pułap zawisu 2000 m, pułap praktyczny 5650 m, zasięg praktyczny 466 km.

Jednocześnie z próbami egzemplarzy doświadczalnych uruchomiono, w celu skrócenia czasu, produkcję seryjną *Mi-4*. Dzięki temu już latem 1952 r. można było seryjne śmigłowce transportowe wprowadzić do eksploatacji w ZSRR.

W czasie prób pierwszych prototypów wystąpiły pewne groźne zjawiska, jak się później okazało, spowodowane niedostateczną wytrzymałością łopat śmigła ogonowego. Sprawa była na tyle groźna, że po próbach lobaratoryjnych postanowiono przeprowadzić eksperyment w powietrzu, którego celem było spowodowanie zniszczenia śmigła ogonowego. Zadania tego podjął się pilot Winicki, który w czasie manewrów w zawisie celowo spowodował urwanie łopaty śmigła. Lądując doznał obrażeń, ale przebieg zdarzenia został zarejestrowany za pomocą przyrządów i na filmie, co później bardzo pomogło w rozwiązaniu problemu zwiększenia wytrzymałości śmigła ogonowego.

W lecie 1952 r. pierwsza seryjna maszyna *Mi-4* była gotowa. Podczas jej prób w locie ponownie wystąpił flatter, z którym już zetknięto się na ziemi. Na pierwszej seryjnej maszynie uległ śmiertelnemu wypadkowi pilot Starodubcew. Stwierdzono ślady uderzeń łopat o kabinę. Dopiero po wielu próbach i badaniach udało się usunąć przyczyny flatteru. Po trzech latach eksploatacji śmigłowca wystąpiło nowe nie znane zjawisko — rezonans przyziemny. I znowu trzeba było wielu wysiłków specjalistów różnych dyscyplin, aby go usunąć.

W szeroki zakres prób i badań *Mi-4* wchodził również problem ratowania się pilota ze śmigłowca w locie. Śmigłowiec trudniej jest opuścić niż samolot, bowiem pilot może dostać się między wirujące łopaty wirnika nośnego. Tak właśnie zginął W. Czikolini. Pilot J. Garnajew podjął się przeprowadzenia eksperymentu z odstrzeleniem łopat śmigłowca w czasie lotu. Po osiągnięciu bezpiecznej wysokości włączył pilota automatycznego oraz przyrządy rejestrujące i po jakimś czasie nacisnął przycisk odstrzału łopat. Po kilku sekundach Garnajew opuścił śmigłowiec, skacząc ze spadochronem. Przebieg próby odstrzału łopat został sfilmowany i dostarczył konstruktorom ważnych danych na temat możliwości opuszczenia śmigłowca w awaryjnej sytuacji.

Michaił Mil asystował przy wszystkich próbach śmigłowców *Mi-1* i *Mi-4*. Od czasu do czasu, z przyczyn tylko jemu wiadomych, spóźniał się na start. Pewnego razu pilot W. Winicki za zgodą wszystkich uczestniczących w próbach podarował głównemu konstruktorowi zegarek. Aluzja była nazbyt przejrzysta i „główny" przyjął ją do wiadomości. Powodem spóźnień było chyba jednak to, że Mil był przesądny.

Po zakończeniu prób państwowych śmigłowca rozpoczęto usuwanie usterek, doskonalenie części, podzespołów i zespołów oraz opracowanie nowych modyfikacji. Najbardziej poważną i czasochłonną pracą było dopracowywanie łopat wirnika nośnego i przedłużenie czasu ich trwałości eksploatacyjnej (resursu).

Prototypowy śmigłowiec *Mi-4* został wyposażony w łopaty o konstrukcji mieszanej, podobnej do pierwszych łopat śmigłowca *Mi-1*. Zwiększenie średnicy wirnika nośnego, prawie 1,5 raza, zwiększenie mocy silnika i jednostkowego obciążenia mocy spowodowały gwałtowny przyrost zmiennych obciążeń w dźwigarze łopat, co spowodowało skrócenie czasu ich eksploatacji. Żywotność tych łopat wynosiła zaledwie 100—150 h.

Począwszy od 1954 r. rozpoczęto produkcję zmodyfikowanych łopat z przedłużonymi końcówkami i innymi udoskonaleniami, które podwyższyły trwałość eksploatacyjną do 300 h. W 1957 r. wprowadzono do produkcji stalowe nie dzielone dźwigary w postaci rur o zmiennej grubości ścianek i zmiennych przekrojach. Te zabiegi technologiczne umożliwiły przedłużenie trwałości eksploatacyjnej dźwigarów do 600 h. Żmudne prace nad przedłużeniem trwałości



Odstrzelenie łopat podczas lotu *(fot. APN)*

łopat mieszanej konstrukcji (stalowy dźwigar, drewniany szkielet oraz pokrycie ze sklejki) nie przerwały prac biura nad łopatami o konstrukcji całkowicie metalowej. W 1958 r. opracowano nową konstrukcję łopaty wirnika, składającą się z metalowego dźwigara i wypełniacza ulowego w części spływowej.

W latach 1959—1960 łopaty tej konstrukcji przeszły próby fabryczne i państwowe i zostały wprowadzone do produkcji seryjnej. Dzięki zastosowaniu technologii klejenia łopat zamiast nitowania ich trwałość eksploatacyjna wzrosła do 1000 h. Dopiero zastosowanie zupełnie nowej technologii produkcji dźwigarów ze stopów aluminiowych umożliwiło przedłużenie żywotności do 2000 h. Od 1961 r. na *Mi-4* wprowadzono całkowicie łopaty metalowe.

W 1954 r. *Mi-4* po raz pierwszy uczestniczył w defiladzie lotniczej w Tuszyno. W rok później w czasie defilady przeleciało już kilka śmigłowców, natomiast w 1956 r. w pokazie uczestniczyło 36 śmigłowców desantowych, z których wyładowano działa, ciągniki i inne wyposażenie wojskowe.

Pierwszy rekord świata na śmigłowcu *Mi-4* ustanowił pilot R. Kaprelian, który w dniu 25 kwietnia 1954 r. z masą 2000 kg na pokładzie osiągnął wysokość 6017 m. Ogółem na śmigłowcu *Mi-4* ustanowiono 10 rekordów świata.

W 1955 r. biuro M. Mila opracowało i przekazało do prób trzy nowe wersje *Mi-4*: przeciwpożarową, pasażerską i rolniczą. W trzy lata później na światowej wystawie w Brukseli w 1958 r. śmigłowiec *Mi-4* wyróżniono złotym medalem.

W 1960 r. rząd indyjski ogłosił otwarty konkurs na śmigłowce dla swoich sił powietrznych. Do konkurencji stanęły śmigłowce Mila i Sikorskiego. Parowiec z *Mi-4* na pokładzie przybył z Odessy do Bombaju wcześniej niż specjaliści biura. Podczas rozładunku statku skrzynia, w której znajdował się śmigłowiec, spadła. Istniała obawa, że nie wyszło to na zdrowie maszynie, ale innego śmigłowca na miejscu nie było i zespół mechaników przybyłych do Bombaju pod kierunkiem inżyniera W. Otdielencewa i pilota-oblatywacza biura W. Kołoszenko przeprowadził kontrolę i usunął na szczęście niegroźne uszkodzenia i usterki. Po zmontowaniu śmigłowiec, na pokładzie którego znajdował się przedstawiciel lotnictwa indyjskiego, poleciał do Delhi. Podczas lotu w Himalaje, gdzie miały być przeprowadzone próby porównawcze, *Mi-4* przymusowo lądował wskutek wycieku oleju z przekładni głównej. W Himalajach na wysokości 4000 m silnik zaczął przerywać i zgasł. Dokładne badania wykazały, że stało się to wskutek zanieczyszczenia filtru w układzie paliwowym. Po przemyciu filtru żadnych kłopotów więcej nie było. Amerykański śmigłowiec podczas lądowania w górach zawadził łopatą o kamień i przewrócił się. Postanowiono przetransportować go na dół w celu naprawy. Transport za pomocą jaków trwał dwa miesiące. W tym czasie został zawarty kontrakt na dostawę do Indii 100 śmigłowców *Mi-4*. Później przyszły następne kontrakty. *Mi-4* został zakupiony do ok. 30 krajów. Biuro nadal pracowało nad przedłużeniem żywotności i polepszeniem własności eksploatacyjnych tego śmigłowca.

W 1965 r. okres międzynaprawczy *Mi-4* i jego głównych zespołów doprowadzono do 1000 h. Powstała ulepszona wersja śmigłowca pod nazwą *Mi-4A* i inne odmiany.

Problemy, które musiało pokonać biuro konstrukcyjne przy opracowywaniu i badaniach śmigłowca *Mi-4*, Mil określił w następujący sposób: „Historia prac naukowo-badawczych w naszym zespole to historia trudności, które piętrzyły się przed nami przy rozwiązywaniu zagadnień, związanych z powstaniem śmigłowca *Mi-4*".

Śmigłowce *Mi-4* eksploatuje się w kilkunastu krajach jeszcze do chwili obecnej, mimo dużej konkurencji ze strony śmigłowców nowocześniejszych o napędzie turbinowym.

Charakterystyka ogólna

Śmigłowiec *Mi-4* przeznaczony jest do transportu ludzi, sprzętu wojskowego oraz ładunków o masie do 1100 kg w normalnym wariancie lub 1500 kg w wariancie przeciążonym, a także do przewożenia 8 rannych w pozycji leżącej i siedzącej.

Wymiary kabiny bagażowej pozwalają na rozmieszczenie w niej 12 ludzi wraz z uzbrojeniem, a w wariancie przeciążonym — 16 żołnierzy wraz z uzbrojeniem i wyposażeniem. W celu zapewnienia szybkiego załadowania i wyładowania sprzętu wojskowego i różnego rodzaju bagażu śmigłowiec jest wyposażony w specjalne pomosty oraz wciągarkę pozwalającą na załadowanie i wyładowanie sprzętu i ludzi z ziemi lub wody, w zawisie. W wersji pasażerskiej śmigłowcem podróżuje 12 osób.



Widok tablicy przyrządów w kabinie pilotów *(fot. J. Amerski)*



Śmigło i belka ogonowa *(fot. J. Amerski)*



Podwozie przednie *(fot. J. Amerski)*

Układ śmigłowca — jednowirnikowy ze śmigłem ogonowym.

Śmigłowiec ma 4-łopatowy wirnik nośny, 3-łopatowe śmigło ogonowe dla równoważenia momentu reakcyjnego wirnika nośnego i sterowania kierunkowego, czterokołowe podwozie stałe, dwumiejscową kabinę pilotów z podwójnymi sterownicami i gondolą strzelca, która może być zdejmowana. Załoga śmigłowca składa się z dwóch pilotów. W koniecznych przypadkach w skład załogi wchodzą pilot-nawigator, technik pokładowy i strzelec pokładowy.

Zespół napędowy śmigłowca stanowi 14-cylindrowy silnik tłokowy gwiazdowy, chłodzony powietrzem. Wymuszony przepływ powietrza powoduje wentylator osiowy osadzony na wale korbowym silnika. Silnik zabudowany jest w przodzie kadłuba pod kątem 28° względem jego osi podłużnej.

Wyposażenie pilotażowo-nawigacyjne śmigłowca umożliwia wykonywanie lotów w dzień i w nocy w różnych warunkach atmosferycznych.

Układ sterowania — sztywny, z wyjątkiem sterowania hamulcem wirnika nośnego i sterowania kierunkowego statecznikiem.

Śmigłowiec *Mi-4A* jest modyfikacją seryjnego śmigłowca *Mi-4* i w porównaniu z nim ma szereg zmian polepszających własności eksploatacyjne wersji zmodyfikowanej. Ponadto *Mi-4A* ma w stosunku do *Mi-4* pierwszych serii zwiększoną żywotność międzynaprawczą do 600 h. Zewnętrznie śmigłowiec *Mi-4A* nie różni się od swojego poprzednika.

Interesującym przyczynkiem do historii śmigłowca *Mi-4* jest to, że jednym z pierwszych cudzoziemców, który wykonał loty na tym śmigłowcu, był Polak mgr inż. Ryszard Witkowski, pilot doświadczalny Instytutu Lotnictwa w Warszawie.

Swoje wrażenia z lotów tak zrelacjonował w książce „Sześć stopni swobody" (Wydawnictwo MON 1980 r.): „*Mi-4* okazał się śmigłowcem niezmiernie dla pilota sympatycznym. Był miękki w sterach, posłuszny i znacznie spokojniejszy od poprzednika. Dawał się prowadzić czubkiem palców".

Konstrukcja

KADŁUB śmigłowca składa się z trzech części: z głównej, belki ogonowej i końcowej, wykonanych jako konstrukcja półskorupowa. W przodzie śmigłowca znajduje się przedział silnikowy. Kabina bagażowa o objętości 16 m³ znajduje się w głównej części kadłuba — pod przekładnią główną. Symetryczne usytuowanie przedziału bagażowego względem środka ciężkości śmigłowca ułatwia jego załadowywanie. Ponadto takie jego usytuowanie powoduje nieznaczne przesunięcia środka ciężkości w różnych wariantach załadowania. Z prawej strony kadłuba mieszczą się trzy okna, a z lewej — dwa oraz jedno w drzwiach wejściowych. Okna mają wypukłe szyby ze szkła organicznego. Główna struktura kadłuba składa się z 20 wręg, 8 dźwigarów, podłużnic, podłogi kabiny pilotów oraz podłogi kabiny bagażowej, wykonanych z duralowych tłoczonych kształtowników. Pokrycie stanowi blacha duralowa. Dla wchodzenia do kabiny pilotów z lewej strony kadłuba służą cztery stopnie i dwie poręcze. Trzy stopnie górne są wnękami w pokryciu kadłuba, osłoniętymi pokrywkami ze sprężyną. Z prawej strony znajduje się jedna poręcz i klamra służąca do przytrzymania się ręką w czasie wchodzenia do kabiny. Przednie szyby, znajdujące się przed fotelami pilotów, są wykonane ze szkła krzemianowego o grubości 6,5 mm. Drzwi kabiny mogą być odrzucone sposobem awaryjnym za pomocą dźwigni znajdującej się w górnej części drzwi. Siła potrzebna do uruchomienia awaryjnego zrzutu drzwi nie przekracza 150 N (15 kG). Kabina bagażowa ma dwa wejścia: tylne, zamykane dwuczęściowymi drzwiami, które stanowią opływowe zakończenie głównej (tylnej) części kadłuba, i boczne z drzwiami wejściowymi. W przednim górnym przedziale kadłuba znajduje się kabina pilotów, w której zabudowane są dwa fotele i podwójny układ stero-



Śmigłowce wyposażone w gondole pod kadłubem dla strzelca pokładowego *(fot. WAF)*

wania. Kabina pilotów ma dwoje drzwi bocznych i łączy się z kabiną bagażową za pomocą włazu. Za kabiną pilotów (nad kabiną bagażową) znajdują się przedziały przekładni głównej i zbiornika paliwa.

Belka ogonowa ma kształt stożka ściętego o długości 6,5 m i wykonana jest jako konstrukcja skorupowa z gładkim pracującym pokryciem. W tylnej części belka ma okucia do mocowania statecznika i płozy ogonowej.

Belka końcowa stanowi przedłużenie belki ogonowej i też jest wykonana jako konstrukcja skorupowa. Jest ona usytuowana pod kątem 13° w stosunku do osi belki ogonowej. Belka końcowa wyposażona jest w dwa kołnierze, do których mocuje się przekładnię pośredniczącą i końcową.

PODWOZIE I PŁOZA OGONOWA. W skład podwozia śmigłowca *Mi-4* wchodzi czterokołowe podwozie stałe oraz tylny amortyzator (płoza) zamocowany na końcu belki ogonowej, który służy do zabezpieczenia śmigła ogonowego przed uderzeniem o ziemię przy gwałtownych przechyłach śmigłowca. Podwozie ma amortyzację typu olejowo-pneumatycznego. Główna goleń podwozia o kształcie piramidy składa się z półosi, osi z kołem, zastrzału tylnego i amortyzatora. Koło typu półbalonowego ma hamulec pneumatyczny bębnowy. Amortyzator napełnia się mieszanką przez otwór znajdujący się w górnej części trzona. Pojemność amortyzatora wynosi 2,4 l. W otwór wkręcony jest zawór do ładowania powietrza. Początkowe ciśnienie powietrza wynosi 36 MPa (36 at). Koła głównego podwozia mają wymiary 700×250 mm.

Dwie przednie golenie podwozia zabudowane są pod przedziałem silnikowym, pod kątem 85° w stosunku do poziomu. Koła o wymiarach 400×150 mm, niehamowane, osadzone są na osiach przyspawanych do trzona amortyzatora.

Podpora tylna składa się z amortyzatora zamocowanego przegubowo do okucia na belce ogonowej, dwóch rurowych zastrzałów oraz płozy. Płoza może wychylać się o 22° w stosunku do osi obrotu, przy czym powierzchnia oporowa jest równoległa do powierzchni ziemi przy dowolnym położeniu amortyzatora. Objętość mieszanki wlewanej do amortyzatora wynosi 0,73 l, a ciśnienie początkowe powietrza — 1,8 MPa (18 at).

Śmigłowiec w akcji desantowej



UKŁAD PRZENOSZENIA MOCY, zwany także transmisją śmigłowca, służy do przekazywania mocy od silnika do wirnika nośnego i śmigła ogonowego przy prędkości obrotowej odpowiadającej optymalnym warunkom ich pracy. Składa się on z trzech przekładni oraz kilku wałów łączących przekładnie ze sobą i z silnikiem. W skład transmisji wchodzi także hamulec przeznaczony do zatrzymywania wirnika nośnego i śmigła, po wyłączeniu silnika. Cała moc silnika, z wyjątkiem mocy potrzebnej do napędu wentylatora, przekazywana jest na wał główny, który łączy silnik z przekładnią główną. Wał ustawiony jest skośnie pod kątem 28° względem poziomu. Między wałem silnika a wałem głównym, jak również między wałem głównym a przekładnią główną, znajdują się sprzęgła. Na wejściu do przekładni głównej umieszczono sprzęgło wolnego biegu odłączające wirnik nośny i śmigło od silnika podczas lotu w zakresie autorotacji. W przekładni głównej następuje rozdzielenie mocy. Znaczna jej część przekazywana jest na wirnik nośny, natomiast pozostała na śmigło ogonowe i na napęd takich agregatów, jak regulator obrotów, pompy hydrauliczne głównej i dodatkowej instalacji hydraulicznej sterowania śmigłowcem oraz prądniczka obrotomierza. Na tylnym wyprowadzeniu przekładni głównej znajduje się także hamulec transmisji sterowany z kabiny pilotów za pomocą linek. W dolnej części przekładni znajduje się odstojnik olejowy będący jednocześnie jej zbiornikiem olejowym. Masa przekładni suchej wynosi 471 kg ± 1%, średnica 670 mm, a wysokość 1600 mm.

Śmigło ogonowe znajduje się w odległości 8,5 m od przekładni głównej i połączone jest z nim transmisją ogonową, która składa się z przekładni pośredniczącej i końcowej. Przekładnie są połączone ze sobą oraz z przekładnią główną za pomocą wału dzielonego w kilku miejscach. Poszczególne części wału połączone są ze sobą i przekładniami za pomocą przegubów uniwersalnych i wielowypustowych, umożliwiających przesunięcie kątowe i liniowe przekładni względem siebie, które mogą powstać podczas montażu kadłuba i belki ogonowej oraz przy odkształceniach kadłuba śmigłowca podczas lotu. Podział wału na kilka odcinków ma również i tę zaletę, że w razie potrzeby, np. przetransportowania śmigłowca koleją, belka ogonowa może być łatwo odłączona od kadłuba.

Przekładnia pośrednicząca jest przeznaczona do zmiany kierunku osi wału ogonowego o kąt 45°, odpowiadający kątowi między osiami belki końcowej i ogonowej. Łączy się ona za pomocą końcowej części wału ogonowego z przekładnią końcową, na wale której zamocowane jest śmigło. W przekładni tej znajduje się również mechanizm sterowania skokiem łopat śmigła ogonowego.

Masa przekładni pośredniczące wynosi 19 kg, a przekładni ogonowej 48 kg. Przekładnia ogonowa przenosi moc 120 kW (163 KM).

WIRNIK NOŚNY przeznaczony jest do wytwarzania ciągu niezbędnego do lotu śmigłowca. Składa się on z 4 łopat, piasty, tłumików hydraulicznych oraz instalacji przeciwoblodzeniowej. Łopaty są zamontowane w piaście w ten sposób, że mogą przemieszczać się w płaszczyźnie obrotu w przód i do tyłu względem przegubu pionowego, zwanego również przegubem odchyleń, oraz względem przegubu poziomego (przegubu wahań) w górę i w dół. Ponadto łopata może się obracać wokół własnej osi. Jest ona bardzo odpowiedzialnym elementem śmigłowca, mającym zasadniczy wpływ na bezpieczeństwo lotu. Jednocześnie jest to jeden z najbardziej obciążonych wytrzymałościowo elementów konstrukcyjnych. Na łopatę działa siła odśrodkowa oraz zmienne obciążenia pochodzące od sił aerodynamicznych i sił bezwładności. Głównym elementem wytrzymałościowym łopaty jest dźwigar wykonany ze stopu aluminiowego w postaci belki z wewnętrznym otworem o przekroju kwadratowym, stałym wzdłuż rozpiętości łopaty. Do jego półek i tylnej ściany przymocowane są sekcje z wypełniaczem ulowym. Każdą sekcję, a jest ich 21, oklejono z góry i od dołu blachą aluminiową o grubości 0,3 mm i z kolei przyklejono do dźwigara. Wewnętrzna przestrzeń dźwigara wypełniona jest sprężonym powietrzem. W razie utraty szczelności dźwigara, np. wskutek pęknięcia jego ścianki lub nieszczelności, na złączach zostaje włączony sygnalizator optyczny, który informuje załogę o niesprawności łopaty. Łopata wyposażona jest w instalację przeciwoblodzeniową, która doprowadza do jej wnętrza wzdłuż krawędzi natarcia alkohol etylowy (spirytus). Dla zapewnienia równomiernego omywania krawędzi natarcia instalacja została podzielona na 4 niezależne odcinki, do których środek odladzający doprowadzony jest oddzielnymi przewodami. Prędkość obrotowa wirnika wynosi 165 obr/min, masa łopaty 130 kg, długość łopaty 10,50 m, masa piasty 425 kg.

ŚMIGŁO OGONOWE. Służy do zrównoważenia momentu reakcyjnego wirnika nośnego oraz do sterowania kierunkowego śmigłowcem. Trójłopatowe śmigło o zmiennym ciągu składa się z trzech łopat, piasty z połączeniami oraz mechanizmu sterowania skokiem. Jest ono osadzone na wale reduktora końcowego, znajdującego się na belce końcowej. Zmiana kąta nastawienia śmigła powoduje zmianę ciągu śmigła, a tym samym i ruch obrotowy śmigłowca. Podczas lotu do przodu lub do tyłu ciąg śmigła skierowany jest zawsze prostopadle do podłużnej osi śmigłowca. Sterowanie śmigłem odbywa się z kabiny pilotów.

Główne elementy łopaty śmigła śmigłowca *Mi-4A* wykonano z drewna i laminatów drzewnych, przy czym dźwigar z drewna brzozowego, żeberka zaś przyklejone do dźwigara z drewna sosnowego. Na zewnątrz łopata jest pokryta fornirem o grubości 2 mm, z kolei na fornir nałożona jest tkanina lniana, celon i emalia nitro koloru zielonego. Końce łopat pomalowane są na kolor żółty. Krawędź natarcia łopaty osłonięta jest blachą mosiężną i ma rowek dla przepływu cieczy odladzającej. Średnica śmigła wynosi 3,6 m, masa łopaty 12,6 kg. Kadłub piasty stanowi główną część śmigła. Składa się on z trzech ramion i części środkowej, w którą wkręca się 6 kołków przeznaczonych do mocowania śmigła na kołnierzu wału przekładni. W piaście znajduje się również mechanizm zmiany skoku śmigła. Masa piasty wynosi 48,2 kg, masa śmigła — 86 kg+2%.

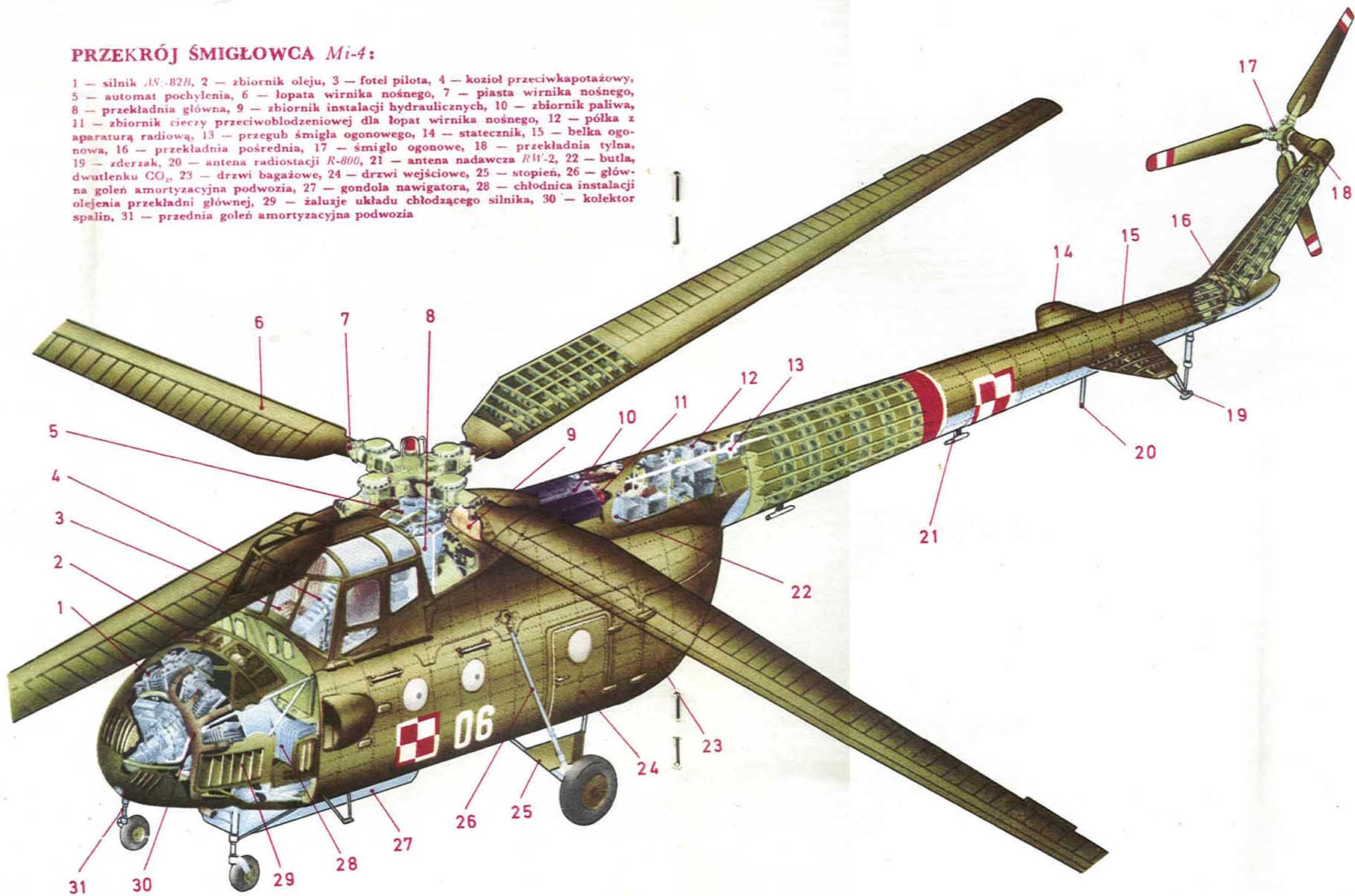
UKŁAD STEROWANIA. Sterowanie śmigłowcem, czyli zmiana jego równowagi względem trzech prostopadłych do siebie osi, następuje w wyniku zmiany wielkości i kierunku ciągu wirnika nośnego oraz zmiany ciągu śmigła ogonowego, uzyskiwanej za pomocą układu sterowania, w skład którego wchodzą: drążek sterowania podłużnego i poprzecznego, pedały sterowania kierunkowego oraz dźwignia skoku i mocy. Ich ruch jest przekazywany za pomocą układu dźwigni i cięgieł na tarczę sterującą i śmigło ogonowe. Sterowanie podłużne, poprzeczne i w płaszczyźnie pionowej realizuje się za pomocą tarczy sterującej. Wychylenie drążka sterowego powoduje pochylenie ruchomego pierścienia tarczy sterującej, na skutek czego następuje okresowa zmiana kąta nastawienia łopat wirnika nośnego. Wychylenie to powoduje zmianę działania wektora ciągu wirnika nośnego, wskutek którego powstaje moment względem podłużnej lub poprzecznej osi, zmieniający równowagę śmigłowca. Przemieszczenie suwaka tarczy sterującej za pomocą dźwigni skoku i mocy powoduje jednoczesną zmianę kąta nastawienia wszystkich łopat wirnika (skoku ogólnego) i zmianę ciągu wirnika nośnego. Wywołuje to ruch śmigłowca w płaszczyźnie pionowej.

Widok wirnika nośnego i kabiny pilotów



Szerokie drzwi w kadłubie ułatwiają wsiadanie i wysiadanie *(fot. WAF)*





PRZEKRÓJ ŚMIGŁOWCA *Mi-4*:

1 — silnik *AS-82B*, 2 — zbiornik oleju, 3 — fotel pilota, 4 — kozioł przeciwkapotażowy, 5 — automat pochylenia, 6 — łopata wirnika nośnego, 7 — piasta wirnika nośnego, 8 — przekładnia główna, 9 — zbiornik instalacji hydraulicznych, 10 — zbiornik paliwa, 11 — zbiornik cieczy przeciwoblodzeniowej dla łopat wirnika nośnego, 12 — półka z aparaturą radiową, 13 — przegub śmigła ogonowego, 14 — statecznik, 15 — belka ogonowa, 16 — przekładnia pośrednia, 17 — śmigło ogonowe, 18 — przekładnia tylna, 19 — zderzak, 20 — antena radiostacji *R-800*, 21 — antena nadawcza *RW-2*, 22 — butla, dwutlenku CO_2, 23 — drzwi bagażowe, 24 — drzwi wejściowe, 25 — stopień, 26 — główna goleń amortyzacyjna podwozia, 27 — gondola nawigatora, 28 — chłodnica instalacji olejenia przekładni głównej, 29 — żaluzje układu chłodzącego silnika, 30 — kolektor spalin, 31 — przednia goleń amortyzacyjna podwozia



Dostęp do silnika i agregatów jest łatwy i wygodny

Sterowanie skokiem ogólnym wirnika nośnego jest sprzężone ze sterowaniem mocą silnika w ten sposób, że ruch dźwigni skoku i mocy powoduje jednoczesną zmianę skoku ogólnego łopat wirnika nośnego i otwarcie lub zamknięcie przepustnicy silnika. Elementem układu sterowania śmigłowcem jest także statecznik znajdujący się na belce ogonowej. Przemieszczenie się suwaka tarczy sterującej wywołuje zmianę kąta ustawienia statecznika i odpowiedni moment pochylający. Sterowanie kierunkowe realizuje się za pomocą pedałów. Wychylenie pedałów powoduje zmianę kąta ustawienia łopat śmigła ogonowego.

Wirnik nośny wyposażony jest w hamulec przeznaczony do uruchamiania układu przenoszenia mocy podczas rozruchu silnika, a także do szybkiego zatrzymywania wirnika po wyłączeniu silnika. Sterowanie hamulcem odbywa się za pomocą dźwigni w kabinie pilotów, znajdującej się z prawej strony lewego fotela.

ZESPÓŁ NAPĘDOWY śmigłowca składa się z silnika tłokowego *ASz-82W*, sprzęgła i wentylatora. Lotniczy silnik tłokowy *ASz-82* konstrukcji Szwecowa został opracowany w połowie lat trzydziestych. Został on użyty z dużym powodzeniem do napędu samolotów myśliwskich konstrukcji S. Ławoczkina, m.in. do napędu samolotu *Ła-5*. Po II-giej wojnie światowej silnik ten zastosowano na samolotach komunikacyjnych *Ił-12* i *Ił-14*. Gdy rozpoczęto opracowywanie śmigłowca *Mi-4*, silnik *ASz-82* uznano za najbardziej nadający się do tego celu spośród istniejących silników. W konstrukcji tego silnika dokonano niezbędnych zmian, dostosowując go do potrzeb śmigłowca.

Silnik *ASz-82W* to czterosuwowy 14-cylindrowy silnik tłokowy w postaci podwójnej gwiazdy chłodzonej powietrzem, z bezpośrednim wtryskiem paliwa do cylindrów. Silnik składa się z następujących zespołów: cylinder-tłok, mechanizm korbowodowy, wał korbowy, mechanizm równoważenia sił bezwładności, mechanizm rozrządu, sprężarka doładowująca, kadłub i napędy agregatów oraz sprzęgło. W przedniej części kadłuba zamontowane są dwa iskrowniki i przednia pompa olejowa, która zasila układ olejowy silnika, podwyższa ciśnienie oleju z przodu silnika i w sprzęgle. Wewnątrz kadłuba znajduje się mechanizm korbowodowy składający się z wału korbowego z przeciwwagami oraz dwa komplety korbowodów, z których każdy składa się z jednego głównego i 6 doczepnych korbowodów.

Do tylnej części głównego kadłuba mocuje się kadłub przejściowy, w którym rozmieszczone są zasadnicze elementy rozrządu, obsługującego tylny rząd cylindrów. W tylnej części silnika znajduje się dwubiegowa sprężarka odśrodkowa. Sprężarka tłoczy powietrze do kolektora, skąd dostaje się ono do przewodów wlotowych cylindrów. Z boku tylnej części sprężarki wyprowadzone są napędy pompy benzynowej oraz obrotomierza i przymocowany jest filtr oleju. Kadłub sprężarki osłonięty jest tylną pokrywą, na której znajduje się pompa benzynowa z regulatorem mieszanki, tylna pompa olejowa oraz rozrusznik.

Zupełnie nowym zespołem w tym silniku, w porównaniu do wersji samolotowej, jest zespolone sprzęgło, które służy do połączenia i przekazywania momentu obrotowego z wału korbowego silnika na wał główny transmisji śmigłowca. W zespole sprzęgła zespolonego znajdują się dwa sprzęgła: cierne i kłowe. Sprzęgło zespolone zapewnia płynne rozkręcanie wirnika nośnego po włączeniu sprzęgła ciernego, jak również sztywne połączenie wału korbowego z wirnikiem przy włączonym sprzęgle ciernym na roboczych zakresach pracy silnika. Sprzęgło zespolone znajduje się w przedniej części kadłuba silnika i połączone jest z wałem korbowym za pomocą wału pośredniego. Sterowanie sprzęgłem odbywa się za pomocą przycisku i przełącznika, znajdujących się w kabinie pilotów na tablicy przyrządów. Przełącznik ma cztery położenia: obydwa sprzęgła wyłączone, włączone sprzęgło cierne, włączone obydwa sprzęgła oraz włączone sprzęgło kłowe z wyłączonym ciernym. Dzięki takiej konstrukcji sprzęgła możliwy jest rozruch silnika i jego podgrzewanie przy wyłączonym układzie przenoszenia mocy.

Sprzęgło włączane jest hydraulicznie. Jako ciecz roboczą wykorzystuje się olej z instalacji olejowej silnika, który pod ciśnieniem doprowadzony jest do tłoków uruchamiających sprzęgła. Czas włączenia sprzęgła ciernego przy temperaturze oleju na wejściu 40—80°C wynosi 17—50 s. Powietrze do silnika doprowadzane jest przez chwyt znajdujący się w czołowej części śmigłowca, na górnej przedniej pokrywie osłony zewnętrznej zespołu napędowego. Do oczysz-

czenia zasysanego powietrza z pyłu, piasku i różnych mechanicznych zanieczyszczeń przeznaczony jest filtr znajdujący się w górnej części chwytu powietrza.

PODSTAWOWE DANE SILNIKA ASz-82W

Liczba cylindrów	14
Średnia cylindra	155,5 mm
Skok tłoka	155 mm
Pojemność skokowa	41,21
Stopień sprężania	6,9
Wysokość obliczeniowa, do której sprężarka utrzymuje nominalne ciśnienie 970 ± 10 mm Hg	
przy włączonym I biegu	1550 m
„ II biegu	4550 m
Czas przejścia silnika od małego gazu do zakresu startowego przy włączonym biegu sprężarki	5—7 s
Wymiary silnika:	
największa średnica	1300 mm
długość z pompą paliwową	1887 mm
masa suchego silnika	1100 kg

WYPOSAŻENIE. W skład wyposażenia śmigłowca wchodzi komplet przyrządów pilotażowo-nawigacyjnych, przyrządów kontroli pracy silnika i układu przenoszenia mocy, instalacja elektryczna zasilana z prądnicy i akumulatorów, instalacja tlenowa, osprzęt radiowy oraz urządzenia pomocnicze.

W y p o s a ż e n i e r a d i o w e składa się z radiostacji nadawczo-odbiorczej *R-800*, radiokompasu, radiowysokościomierza oraz dodatkowej radiostacji *R-805*.

P r z y r z ą d y p o k ł a d o w e. W skład zestawu przyrządów pokładowych wchodzą przyrządy i wskaźniki kontrolujące podstawowe parametry lotu śmigłowca oraz pracy silnika. Do tych przyrządów należą: sztuczny horyzont, prędkościomierz, wariometr, busola, wysokościomierz, odległościowa busola indukcyjna, trójwskaźnikowy kontroler pracy silnika wskazujący temperaturę oleju na wejściu do silnika, ciśnienie paliwa i ciśnienie oleju w silniku, dwa komplety trójwskazówkowych wskaźników temperatury i ciśnienia oleju w przekładni głównej, pośredniej i końcowej, wskaźniki kąta nastawienia łopat, klapek wyważających, zasłonek chłodnicy oraz wskaźniki prędkości obrotowej silnika i wirnika oraz szereg termometrów i manometrów. Wyposażenie pilotażowo-nawigacyjne i radiowe umożliwia wykonanie lotów w dzień i w nocy w różnych warunkach pogodowych. Nowsze wersje śmigłowca wyposażono w pilota automatycznego.

I n s t a l a c j a e l e k t r y c z n a. Zasadniczym źródłem energii elektrycznej na śmigłowcu jest prądnica prądu stałego o mocy 3000 W i napięciu 28,5 V. Prądnica jest zabudowana na tylnej pokrywie silnika i chłodzona powietrzem doprowadzanym z wentylatora. Przy niepracującym silniku źródłem prądu stałego są dwa akumulatory o pojemności 30 Ah każdy. Do uruchomienia silnika służy rozrusznik bezwładnościowy, który może być użyty do rozruchu elektrycznego lub ręcznego. Rozrusznik napędza koło zamachowe, które poprzez sprzęgło przekazuje ruch na wał korbowy. Czas kręcenia koła zamachowego wynosi 18 s. Do ręcznego rozruchu na śmigłowcu znajduje się specjalne urządzenie. Masa rozrusznika wynosi 23 kg. Instalacja zapłonowa silnika składa się z dwóch iskrowników, 28 świec, kolektora przewodów wysokiego napięcia, cewki rozruchowej i przełącznika iskrowników. Masa iskrownika wynosi 6,5 kg.

Śmigłowiec wyposażony jest w reflektor do lądowania i dwa reflektory do kołowania, w światła pokładowe i pozycyjną lampę przenośną.

I n s t a l a c j a p r z e c i w o b l o d z e n i o w a zapewnia normalny lot śmigłowca w strefie oblodzenia poprzez doprowadzenie cieczy odladzającej do łopat wirnika nośnego, śmigła ogonowego i szyb kabiny pilotów. Ciecz ta usuwa lód i uniemożliwia jego powstawanie. W instalacji przeciwoblodzeniowej łopat wirnika nośnego i śmigła ogonowego stosuje się mieszankę składającą się w 85% ze spirytusu rektyfikowanego i 15% oczyszczonej gliceryny. Szyby kabiny spryskuje się czystym spirytusem. Urządzenie przeciwoblodzeniowe włącza się samoczynnie z chwilą zapalenia się lampki ostrzegawczej lub w wypadku stwierdzenia początku oblodzenia. Oznaką oblodzenia jest „wodzenie" drążka sterowego w kabinie pilotów. Po usunięciu lodu układ należy wyłączyć. Oblodzenie szyb kabiny określa się wzrokowo. Ciecz przeciwoblodzeniowa dla łopat wirnika i śmigła ogonowego znajduje się w zbiorniku o pojemności 30 l. W razie potrzeby jest ona doprowadzana ze zbiornika na łopaty wirnika i śmigła za pomocą specjalnej pompy odśrodkowej napędzanej elektrycznie. Przycisk włączania pompy znajduje się w kabinie pilotów. Spirytus do odladzania szyb kabiny pilotów znajduje się w zbiorniku o pojemności 2,8 l w górnej części kabiny.

I n s t a l a c j a h y d r a u l i c z n a śmigłowca jest przeznaczona do zasilania wzmacniaczy hydra-

Przekazywanie meldunku czołgistom





Mi-4 **w wersji transportowej dostarczył ładunki**

ulicznych układu sterowania śmigłowcem. W celu zwiększenia niezawodności działania wzmacniaczy ze względu na ich bardzo ważne znaczenie dla bezpieczeństwa lotu, instalacja hydrauliczna składa się z dwóch instalacji: głównej i dodatkowej (awaryjnej). Pompy układu hydraulicznego otrzymują napęd od przekładni głównej i nawet w wypadku uszkodzenia silnika i przejścia śmigłowca na autorotację instalacja nadal działa. Zbiornik cieczy hydraulicznej dzieli się na dwie części i każda z nich zasila tylko jedną instalację. W każdej instalacji znajduje się pompa, zasobnik wysokiego ciśnienia (hydroakumulator), automat rozładowania pompy z zaworem zwrotnym i bezpieczeństwa, filtry, manometr, zawory oraz przewody. Ciśnienie robocze w instalacji wynosi 4—6 MPa (40—60 at). Obydwie instalacje napełnia się olejem przez otwory wlewowe każdej części zbiornika, po ok. 10 litrów w każdą. Hydroakumulatory ładowane są sprężonym powietrzem do ciśnienia 3 MPa (30 at). Wzmacniacz hydrauliczny składa się z cylindra z dnem i dwoma czopami. Wewnątrz cylindra znajduje się tłok stalowy. Siła maksymalna uzyskiwana na wzmacnianiu wynosi 7,5 kN (750 kG).

I n s t a l a c j a   p o w i e t r z n a przeznaczona jest do zasilania sprężonym powietrzem układu hamulcowego kół głównych podwozia i do przeładowania uzbrojenia. Instalacja składa się z dwóch butli o pojemności 5 l każda i butli o pojemności 2,5 l. Jako pojemniki dla butli wykorzystano rury przedłużające lewej i prawej goleni amortyzacyjnej. Ponadto w skład instalacji wchodzą przewody, zawory, reduktory oraz filtry. Instalację napełnia się sprężonym powietrzem z butli lotniskowej. Ciśnienie powietrza w butlach wynosi 5 MPa (50 at). Zawór uruchamiania instalacji hamulcowej znajduje się na podłodze w kabinie pilotów. W przypadku wymontowania ze śmigłowca gondoli instalacja pneumatyczna służy tylko do hamowania kół.

I n s t a l a c j a   o g r z e w a n i a. Do ogrzewania kabiny pilotów i kabiny bagażowej śmigłowca służy piecyk benzynowy, który podgrzewa powietrze doprowadzone z wentylatora. Po uruchomieniu praca ogrzewacza jest regulowana automatycznie. Zużycie paliwa w piecyku wynosi 2,86 kg/h. Ogrzewane powietrze doprowadzane jest do kabiny dwoma rękawami, ułożonymi po obydwu bokach kabiny. Ogrzewanie kabiny bagażowej stosuje się tylko w wersji sanitarnej. W kabinie pilotów ciepłe powietrze wyprowadzone jest w dwóch miejscach między pedałami.

I n s t a l a c j a   p a l i w o w a śmigłowca składa się z jednego zbiornika paliwowego gumowego o pojemności 960—1000 l, który znajduje się w zasobniku nad kabiną bagażową, tablicy agregatów paliwowych umieszczonej z prawej strony kadłuba, przewodów, zaworu przeciwpożarowego, filtru dokładnego oczyszczania i nadajnika ciśnienia paliwa. Paliwo ze zbiornika przepływa do zaworu odcinającego, służącego do przerwania dopływu paliwa podczas czyszczenia filtru i naprawy instalacji. Od zaworu odcinającego paliwo płynie do filtra — osadnika i dalej do elektrycznej odśrodkowej pompy zasilającej i zaworu przeciwpożarowego, skąd dostaje się do następnej pompy, która przepompowuje benzynę pod ciśnieniem do 0,2 MPa (2,0 at) przez filtr do pompy bezpośredniego wtrysku. W pompie tej znajduje się odśrodkowy oddzielacz powietrza. Po przejściu oddzielacza czyste paliwo pod ciśnieniem 16±2 MPa (160±20 at) doprowadzane jest już bezpośrednio przewodami wysokiego ciśnienia do każdego cylindra silnika. Pompa odśrodkowa służy do wytworzenia nadciśnienia przed pompą bezpośredniego wtrysku i do zastrzyknięcia paliwa do cylindrów. Do pomiaru ilości paliwa w zbiorniku, od ilości maksymalnej do całkowitego zużycia, służy paliwomierz. Gdy w zbiorniku pozostaje 125 l benzyny, w kabinie pilotów zapala się żarówka sygnalizacyjna na tablicy przyrządów. Oprócz żarówki sygnalizacyjnej w kabinie znajduje się wskaźnik paliwomierza. Zbiornik paliwa wykonany jest z protektorowanej gumy. Materiał protektorowanej części zbiornika składa się z dwóch warstw gumy o grubości 0,6—0,7 mm, z warstwy gumy pęczniejącej o grubości 2 mm, z warstwy gąbki grubości 5,5 mm oraz warstwy skórogumy grubości 1,7 mm. W wypadku przestrzelenia zbiornika guma pęczniejąca rozpuszcza się w paliwie i zalewając przestrzeliny uniemożliwia jego wyciekanie. Przestrzeń zbiornika nad paliwem ze względów przeciwpożarowych wypełnia dwutlenek węgla CO_2 doprowadzony do zbiornika z butli o pojemności 3 l. W celu zwiększenia zasięgu i długotrwałości lotu śmigłowca istnieje możliwość zabudowania dodatkowego zbiornika o pojemności 500 l



Mi-4 **w wersji pasażerskiej. Koła osłonięte są owiewkami w celu zmniejszenia oporów aerodynamicznych w czasie lotu**

na specjalnej podstawie w kabinie bagażowej. Uzupełnianie paliwa z zbiorniku głównym odbywa się podczas lotu za pomocą pompy elektrycznej. Czas przepompowania paliwa ze zbiornika dodatkowego do zbiornika głównego wynosi 11 min.

Instalacja olejowa zapewnia normalną niezawodną pracę zespołu napędowego. Od poprawnej pracy tej instalacji zależy w decydującym stopniu niezawodność silnika i jego trwałość eksploatacyjna. Oprócz tego olej wykorzystywany jest równie jako ciecz robocza w zespolonym sprzęcie, dwubiegowej sprężarce, regulatorze mieszanki oraz regulatorze stałego ciśnienia. Instalacja olejowa silnika *ASz-82W* jest instalacją typu otwartego. Instalacja nazywa się otwartą dlatego, że przewody olejowe i zbiornik połączone są z atmosferą. Obieg oleju w instalacji zapewniają dwie pompy: tylna i przednia. Chłodzenie oleju odbywa się w chłodnicy olejowo-powietrznej, a temperaturę utrzymuje się w żądanym zakresie poprzez otwieranie lub zamykanie żaluzji. Zasadniczymi agregatami instalacji olejowej silnika są: przednia i tylna pompa olejowa, filtry, odstojnik oleju, filtr odśrodkowy, przewody i złącza. W skład instalacji olejowej śmigłowca wchodzą: zbiornik olejowy wraz z armaturą i studzienką podgrzewania oleju, chłodnice oleju z automatycznym termoregulatorem, przewody, zawory, wskaźniki ciśnienia i temperatury oleju. Olej ze zbiornika pod własnym ciężarem przepływa do części tłoczącej pomp olejowych instalacji olejowej silnika. Następnie olej przez filtry płytkowe dostaje się do układu olejenia silnika, pod tłoki sprzęgła ciernego i kły sprzęgła zespolonego. Olej po wykonaniu zadania jest odsysany z obudowy i osadnika olejowego przez przednią i tylną pompę olejową i doprowadzany do chłodnicy oleju. Olej przepływając przez rdzenie chłodnicy chłodzi się, a następnie doprowadzany jest do górnej studzienki zbiornika, gdzie odbywa się oddzielenie piany i powietrza. Cała instalacja olejowa połączona jest z atmosferą. Zbiornik oleju o pojemności 55 l zamontowany jest w przedziale silnikowym. W tym samym przedziale mieści się powietrzna chłodnica oleju, która ma automatyczną regulację temperatury oleju za pomocą sterowania jej zasłonkami. Powietrze do chłodzenia oleju doprowadzane jest z wentylatora chłodzącego silnik. Pojemność chłodnicy wynosi 18—19 l, ciśnienie robocze 0,4 MPa (4 at), a jej masa 52,5 kg.

Instalacja przeciwpożarowa jednorazowego użycia służy do gaszenia pożaru w przednim gorącym przedziale silnikowym. Środkiem gaszącym jest dwutlenek węgla CO_2, znajdujący się w butli o pojemności 4 l. Instalacja składa się z 2 butli, pironabojów, przewodu metalowego, rozpylacza, 8 termosygnalizatorów cieplnych z przewodami elektrycznymi i żarówką sygnalizacyjną w kabinie pilotów oraz przełącznika elektrycznego, za pomocą którego pilot uruchamia instalację. Po włączeniu przełącznika następuje odpalenie pironaboju i pod działaniem gazów prochowych następuje przesunięcie stożkowego tłoka przerywającego membranę, wskutek czego dwutlenek węgla dostaje się do przewodu połączonego z przedziałem silnikowym. Przewód w przedziale silnikowym jest zakończony rozpylaczem, który rozpyla dwutlenek węgla, w następstwie czego następuje przerwanie pożaru.

Instalacja chłodzenia przeznaczona jest do odprowadzenia ciepła od nagrzanych części zespołu napędowego w celu utrzymania ich tempera-



Mi-4 **w służbie patrolowej nad morzem**



Mi-4 w wersji sanitarnej na pastwisku górskim *(fot. APN)*

tury w zakresie przewidzianym warunkami technicznymi i eksploatacyjnymi. Silnik *ASz-82W* ma przymusowy układ chłodzenia uwarunkowany tym, że znajduje się on na śmigłowcu, gdzie nie ma możliwości wykorzystania strumienia za śmigłem, jak to ma miejsce w samolocie. Głównym elementem instalacji jest wentylator otrzymujący napęd od wału korbowego silnika. Wentylator tłoczy powietrze kanałem utworzonym przez okapotowanie silnika w kierunku cylindrów silnika. Użebrowane głowice cylindrów obudowane są specjalnie ukształtowanymi osłonami, tzw. deflektorami, które ukierunkowują przepływ powietrza wokół żeberek głowic zapewniając ich intensywne i równomierne chłodzenie przy stosunkowo małych wydatkach powietrza. Część powietrza z wentylatora służy do chłodzenia chłodnicy olejowej silnika i przekładni oraz prądnicy.

Wersje śmigłowca Mi-4

WERSJA TRANSPORTOWA umożliwia przewożenie ładunków o dużych gabarytach o masie do 1600 kg. Do konstrukcji podłogi przynitowane są okucia mocujące wciągarkę i wysięgnik. Wyposażenie śmigłowca w układ dźwigowy pozwoliło na użycie go również do prac budowlano-montażowych. W tym charakterze był on stosowany do budowy linii trolejbusowej Symferopol-Jałta na Krymie w trudnych warunkach górskich, przenosząc i montując słupy oporowe o masie do 1800 kg i długości 22 m. Pod Moskwą podczas budowy wieży telewizyjnej *Mi-4* dostarczył i precyzyjnie opuścił na 100-metrową wieżę żelbetową płytę o masie 1000 kg. W kabinie bagażowej śmigłowca w wersji transportowej może być rozmieszczony bagaż o różnych wymiarach (w tej liczbie bagaż na wózku) o masie do 1250 kg, a także pewne typy samochodów i motocykli. Oprócz tego możliwy jest przewóz ładunków o dużych wymiarach na zaczepie zewnętrznym. Załadowanie sprzętu lub innego ładunku odbywa się przez drzwi bagażowe za pomocą specjalnych pomostów (trapów). Drzwi kabiny bagażowej otwierają się na boki. Pomosty mocuje się jednym końcem do krawędzi podłogi, drugim opiera się je o ziemię. Pomosty wykonane są w postaci dwóch belek, których bieżnie pokryte są drobnym korkiem. Ładowanie bagażu można przeprowadzać za pomocą ręcznej wciągarki, wyposażonej w linę z hakiem na końcu. Do ładowania sprzętu podczas zawisu służy wysięgnik o nośności 200 kg, znajdujący się w kabinie bagażowej. Wysięgnik jest wyposażony we wciągarkę ręczną lub elektryczną, za pomocą której na pokład można podnosić również ludzi. Śmigłowiec w tej wersji używany jest również do układania pól minowych.

WERSJA DESANTOWA. Do przewożenia żołnierzy służą krzesła w kabinie bagażowej. Liczba miejsc w kabinie — 12. W wariancie przeciążonym śmigłowiec zabiera 16 ludzi po dostawieniu krzesełek zapasowych. Krzesła mają wgłębienie na spadochron i wykonane są jako konstrukcja jedno-, dwu- lub trzymiejscowa. Można je składać wzdłuż ścian. Do zamocowania linek wyciągowych spadochronów służą stalowe liny zawieszone pod sufitem kabiny bagażowej. Cała powierzchnia podłogi pokryta jest warstwą przyklejonego, sproszkowanego korka, który zapobiega ślizganiu się nóg i ładunków. Do przejścia z kabiny bagażowej do kabiny pilotów służy drabinka wykonana z rurek duralowych.

WERSJA PASAŻERSKA została zbudowana w 1954 r. Kabinę towarową przebudowano na komfortową kabinę pasażerską z fotelami dla 10 pasażerów i ładunku o masie 200 kg. Ma ona izolację akustyczną, cieplną oraz ogrzewanie i wentylację. W odmianie „Lux" śmigłowiec przeznaczony jest do przewozu 6 pasażerów. W wersji pasażerskiej znalazł on szerokie rozpowszechnienie szczególnie w ZSRR. W 1959 r. czynnych było 10 linii na Kaukazie i Krymie. W następnych latach liczba linii znacznie wzrosła i na tych liniach śmigłowce *Mi-4* stosowano przez wiele lat.

WERSJA SANITARNA służy do przewozu 8 chorych na noszach, towarzyszącego pracownika służby zdrowia oraz niezbędnego wyposażenia medycznego. Niektóre śmigłowce w tej wersji stosuje się jako latające sale operacyjne wyposażone w stół operacyjny, wyposażenie chirurgiczne i silne oświetlenie. Nosze wkłada się przez drzwi kabiny bagażowej i ustawia się piętrowo w trzech rzędach. W wersji sanitarnej otwór nad gondolą strzelca zakrywa się specjalną płytą. Z prawej strony kabiny bagażowej przewidziano miejsce na zamocowanie torby z bandażami i lekarstwami. Pozostałe elementy wyposażenia sanitarnego, jak np. termosy, wiadro i poduszki, mieszczą się na drzwiach bagażowych.

WERSJA RATOWNICZA stosowana jest do ratowania ludzi dotkniętych klęską żywiołową, np. w czasie powodzi. W tym celu z pokładu śmigłowca zrzuca

Załadunek do kabiny bagażowej podczas zawisu w służbie lotnictwa Indonezji *(fot. R. Witkowski)*



się łódź, a następnie podnosi się ją na pokład za pomocą wciągarki pokładowej. W komplet wyposażenia załadowczego wchodzi kilkanaście lin różnego rodzaju, siatka do podnoszenia bagażu, urządzenie do podnoszenia ludzi, 2 podnośniki do samochodu, 8 podstawek pod koła samochodu, wciągarka i wysięgnik. W odróżnieniu od seryjnego śmigłowca *Mi-4A* wersja ratownicza nie ma gondoli, strzelca pokładowego i butli przeładowania działka. Otwór po gondoli w kadłubie zakrywa się szkłem organicznym. Wersję ratowniczą dodatkowo wyposażono w radiostację *R-805* z odbiornikiem *US-9DM* sterowanym odległościowo z kabiny pilotów. Załoga śmigłowca w wersji ratowniczej składa się z 4 osób: pilota, pilota-nawigatora (na prawym fotelu), technika pokładowego i lekarza. Lekarz i technik pokładowy znajdują się w kabinie bagażowej. Załoga śmigłowca ma do własnej dyspozycji łódkę z zapasową radiostacją.

WERSJA ROLNICZA została zbudowana w 1954 roku. Przewidywano użycie aparatury opylającej i opryskującej. Aparatura agrolotnicza była łatwo wymienialna, dzięki czemu seryjny śmigłowiec transportowy można było przebudować na rolniczy w ciągu 14 godzin. W wersji rolniczej *Mi-4* opylił i opryskał dziesiątki tysięcy hektarów lasów, pól i sadów pod Moskwą oraz w górach Azji Środkowej i Kaukazu. W 1955 r. został pokazany na Wszechzwiązkowej Wystawie Rolniczej w Moskwie. Seryjnie nie był produkowany. Zbiornik mieścił 1000 kg stałych środków chemicznych lub 1600 l chemikaliów ciekłych.

WERSJA NA PŁYWAKACH przeszła próby jesienią 1959 r. i wiosną 1960 r. Próby wykazały, że:

— wodowanie śmigłowca na spokojnej powierzchni z zawisu nie różni się od lądowania na ziemi;

— możliwe jest poruszanie się po powierzchni wody z prędkością 15—20 km/h;

— start z powierzchni wodnej nie sprawia trudności.

Maksymalna dopuszczalna masa startowa śmigłowca *Mi-4A* wszystkich wersji i modyfikacji wynosi: latem — 7575 kg, zimą — 7600 kg. W wersji ratowniczej śmigłowiec zabiera na pokład 9 lub 21 sztuk łódek. Łódka z radiostacją dla załogi waży 48 kg, a 9 łódek ratowniczych 279 kg. W tym przypadku masa startowa śmigłowca z 750 kg paliwa wynosi 7340 kg. W przypadku wariantu z 21 łódkami wybudowuje się ze śmigłowca dodatkowy zbiornik paliwa z przewodami. Masa łódek równa się 651 kg, masa startowa śmigłowca z 750 kg paliwa w zbiorniku głównym — 7294 kg. W ramach danej wersji masa startowa śmigłowca może być różna, w zależności od wyposażenia, np. masa startowa *Mi-4A* w wersji transportowej do przewożenia bagażu na wózku wynosi 7512 kg.

Śmigłowce *Mi-4* eksploatuje się w różnych strefach klimatycznych *(fot APN)*





Śmigłowce *Mi-4* w czasie ćwiczeń wojsk Układu Warszawskiego *(fot. WAF)*

PODSTAWOWE DANE TAKTYCZNO-TECHNICZNE SMIGŁOWCA Mi-4

Średnica wirnika nośnego	21,0 m
Liczba łopat wirnika nośnego	4
Obrys łopaty	prostokątny
Srednica śmigła ogonowego	3,6 m
Liczba łopat śmigła ogonowego	3
Długość śmigłowca z obracającym się wirnikiem nośnym i śmigłem ogonowym	25,01 m
Długość śmigłowca bez łopat	16,79 m
Szerokość śmigłowca bez łopat	2,0 m
Wysokość śmigłowca bez śmigła ogonowego	4,40 m
Maksymalna prędkość lotu przy ziemi	185 km/h
Czas wznoszenia na wysokość *1000* m	4,6 min
Czas wznoszenia na wysokość *3000* m	13,2 min
Czas wznoszenia na wysokość *5500* m	33,1 min
Praktyczny zasięg lotu przy prędkości *140* km/h z normalnym zapasem paliwa *600* kg	410 km
Praktyczna długot rwałość lotu z prędkością ekonomiczną *100* km/h i zapasem paliwa *600* kg	2 h 55 min

DANE MASOWE

Masa śmigłowca [kg]		Wersja: desantowa	transportowa	sanitarna
własna (bez gondoli strzelca)	[kg]	5268	5325	5362
własna z gondolą	[kg]	5356	5413	5449
startowa nominalna z gondolą	[kg]	7310	7307	7233
startowa nominalna bez gondoli	[kg]	7288	7315	7012
masa paliwa	[kg]	600	600	600
masa oleju	[kg]	100	100	100
masa cieczy przeciwoblodzeniowej	[kg]	40	40	40
masa załogi (2 ludzi)	[kg]	180	180	180

OSTATNIO UKAZAŁY SIĘ:

71. Pociąg pancerny „Zygmunt Powstaniec",
72. Samolot szkolno-łącznikowy RWD — 8,
73. Rewolwer Nagant wz. 1895,
74. Samolot wielozadaniowy PO — 2.

UKAŻĄ SIĘ:

Samolot myśliwski Morane Saulnier MS — 406,
Karabin Mosin wz. 1891 — 30,
Samolot wielozadaniowy Mosquito,
122 mm haubica wz. 1938,
Czołg lekki Stuart,
Śmigłowiec Mi — 8.

Printed in Poland

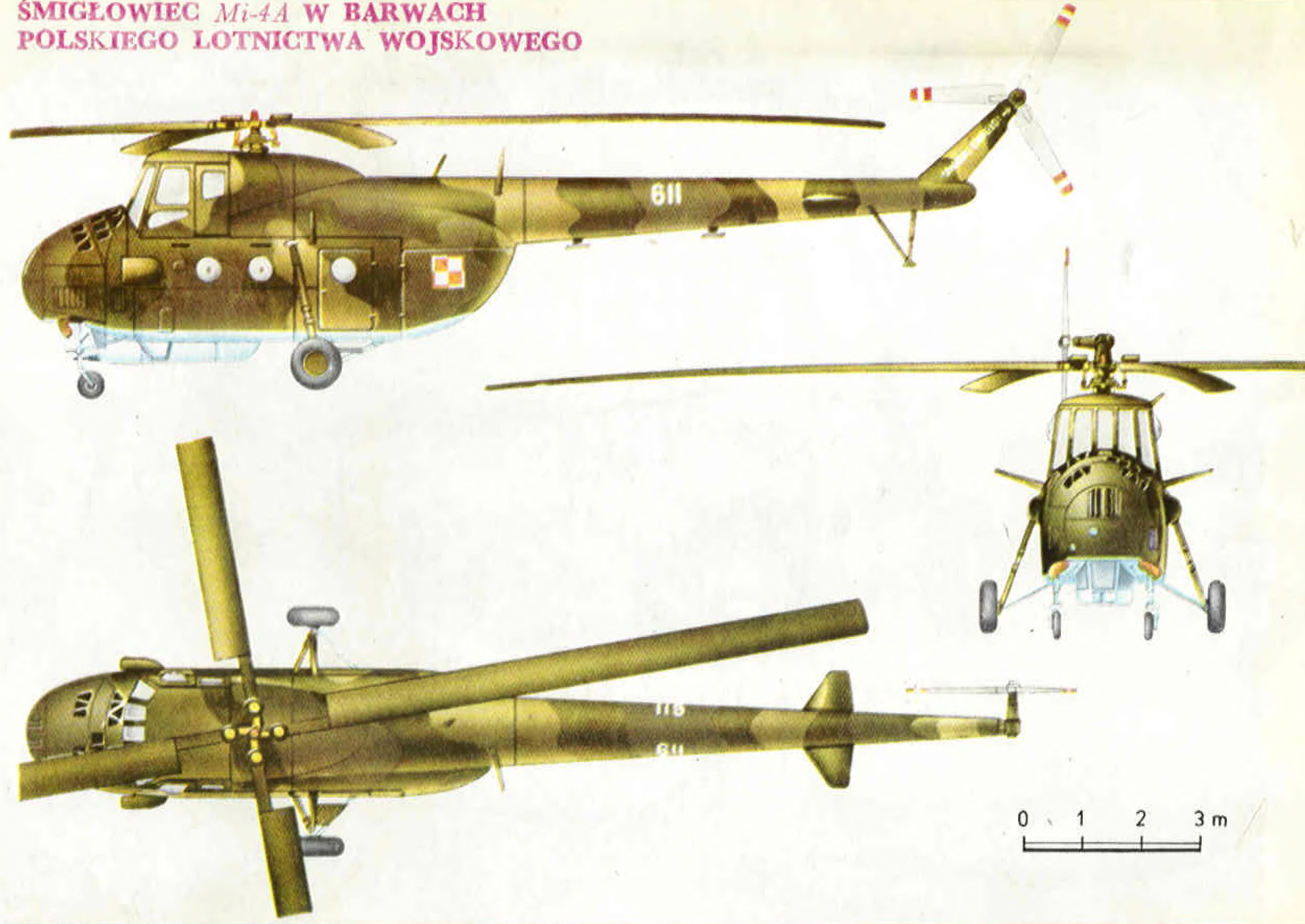
Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej
Warszawa 1982. Wydanie I

Nakład 40 000+250 egz. Objętość 2,88 ark. wyd., 1,25 ark. druk. Papier offsetowy III kl. 100 g, 70 x 100/16 z Zakładów Celulozowo - Papierniczych we Włocławku. Oddano do składu we wrześniu 1981 r. Druk ukończono w lutym 1982 r. Wojskowe Zakłady Graficzne w Warszawie. Zam. nr 3162. Cena zł 30.
Z - 85

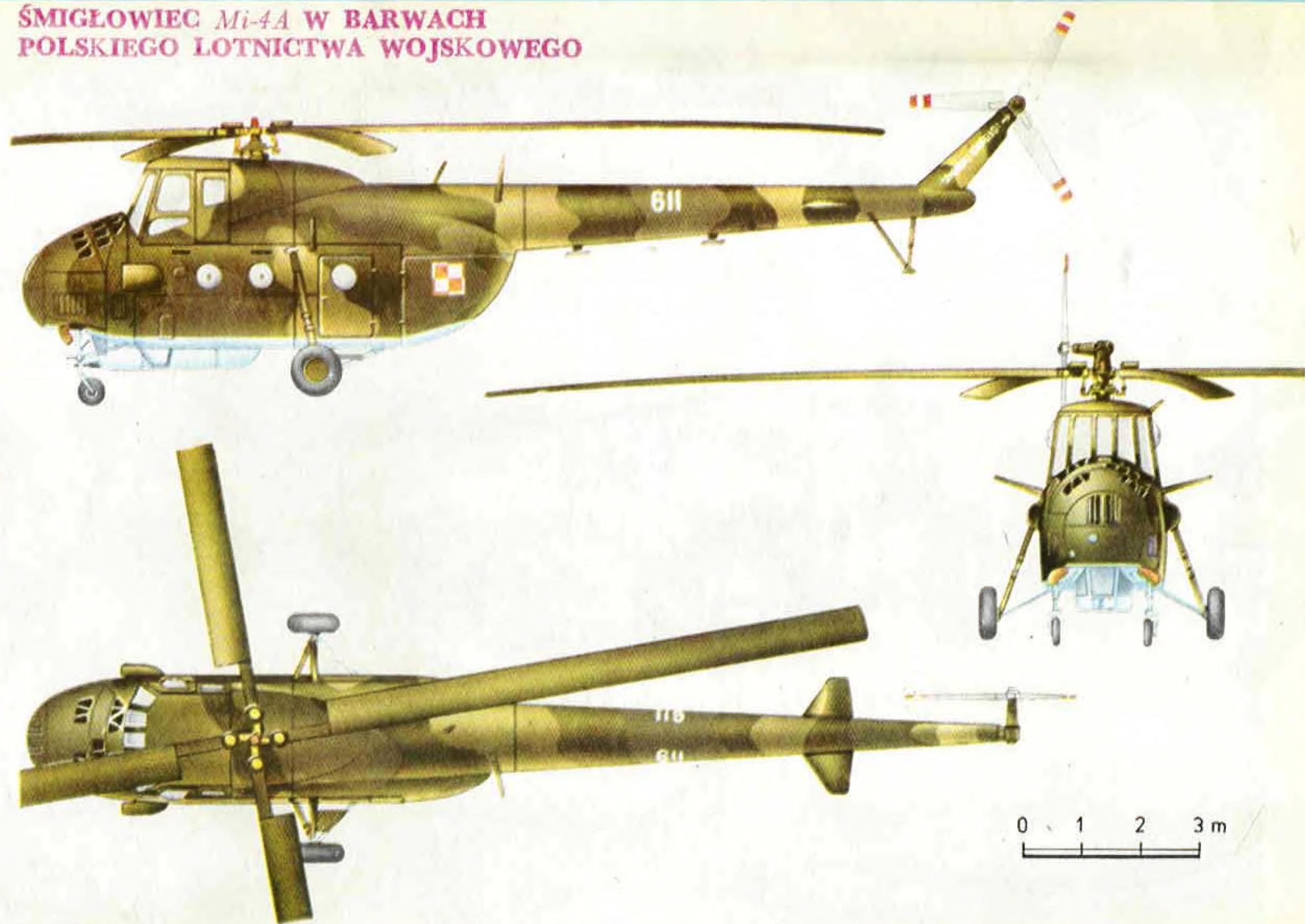


SMIGŁOWIEC *Mi-4* W BARWACH LOTNICTWA (od góry): Afganistanu, Albanii, Czechosłowacji, Finlandii i Indonezji (ratownictwa morskiego)

ŚMIGŁOWIEC *Mi-4A* W BARWACH POLSKIEGO LOTNICTWA WOJSKOWEGO



ISBN 83-11-06704-X



ISBN 83-11-06704-X